



Docket No.: TER-01P0006

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By:  Date: December 1, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/657,927
Applicant : Gerhard Zuch
Filed : September 9, 2003

Docket No. : TER-01P0006
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

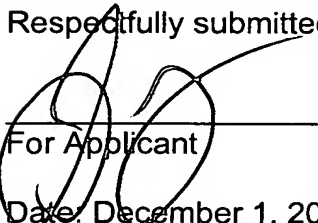
Commissioner for Patents,
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 11 370.6, filed March 9, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,


For Applicant _____ Gregory L. Mayback
Reg. No. 40,719

Date: December 1, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/av

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 11 370.6

Anmeldetag: 09. März 2001

Anmelder/Inhaber: Framatome ANP GmbH,
Erlangen/DE

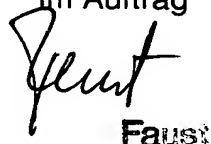
Bezeichnung: Führungsrohr für eine in einen Druckbehälter
hineinreichende Instrumentierungslanze und
Verfahren zur Verhinderung der Ansammlung
von Partikeln in einem solchen Führungsrohr
außerhalb des Druckbehälters

IPC: G 21 C, B 01 D, F 16 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag



Faust

01P0006DE-8/13/44

07. März 2001

Ansprüche

1. Führungsrrohr (2) für eine in einen Druckbehälter (6) hineinreichende Instrumentierungslanze (16), das ein unteres Rohrteil (12) und ein für die Anordnung im Innenraum (8) des Druckbehälters (6) vorgesehenes oberes Rohrteil (10) umfasst,
dadurch gekennzeichnet,
dass im oberen Rohrteil (10) ein Separator (20) für Partikel (22) angeordnet ist.
2. Führungsrrohr (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Separator (20) eine Separationskammer (24) mit einem Kammerboden (28) umfasst, die eine erste Strömungsverbindung (34) zum unteren Rohrteil (12) aufweist, deren in der Separationskammer (24) angeordnete Austrittsöffnung (36) vom Kammerboden (28) beabstandet ist.
3. Führungsrrohr (2) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Separationskammer (24) durch einen Kammerdeckel (26) abgeschlossen ist und für eine Verbindung zum Innenraum (8) des Druckbehälters (6) eine zweite Strömungsverbindung (38) aufweist.
4. Führungsrrohr (2) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Eintrittsöffnung (40) der zweiten Strömungsverbindung (38) im unteren Teilbereich der Separationskammer (24) angeordnet ist.

- 1 5. Führungsrohr (2) nach Anspruch 4,
2 dadurch gekennzeichnet,
3 dass die Strömungsverbindungen (34,38) als Rohre ausgebildet sind, und
4 dass die Eintrittsöffnung (40) der zweiten Strömungsverbindung (38) in der
5 Separationskammer (24) unterhalb der Austrittsöffnung (36) der ersten
6 Strömungsverbindung (34) angeordnet ist.
7
- 8 6. Führungsrohr (2) nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
9 dadurch gekennzeichnet,
10 dass der Kammerboden (28) und/oder der Kammerdeckel (26) zur Rohrin-
11 nenwand (30) des oberen Rohrteils (10) abgedichtet sind.
12
- 13 7. Führungsrohr (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
14 dadurch gekennzeichnet,
15 dass der Separator (20) im Inneren der Instrumentierungslanze (16) ange-
16 ordnet ist.
17
- 18 8. Reaktordruckbehälter (6) einer Kernkraftanlage,
19 gekennzeichnet durch
20 ein Führungsrohr (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
21
- 22 9. Verfahren zur Verhinderung der Ansammlung von Partikeln (22) außerhalb
23 eines Druckbehälters (6) in einem Führungsrohr (2) für eine Instrumentie-
24 rungslanze (16), das in den Druckbehälter (6) hineinreicht,
25 dadurch gekennzeichnet,
26 dass die Partikel (22) in einem innerhalb des Druckbehälters (6) angeord-
27 neten oberen Rohrteil (10) des Führungsrohrs (2) durch einen Separa-
28 tor (20) zurückgehalten werden.
29
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 9,
31 dadurch gekennzeichnet,
32 dass ein mit Partikeln (22) belastetes Wasser aus dem Druckbehälter (6) in
33 eine Separationskammer (24) des Separators (20) über eine Eintrittsöff-

1 nung (40) eintritt, und dass über eine oberhalb der Eintrittsöffnung (40) an-
2 geordnete Austrittsöffnung (36) unbelastetes Wasser aus der Separations-
3 kammer (24) in ein unteres Rohrteil (12) des Führungsrohrs (2) austritt.

4
5 11. Verfahren nach Anspruch 9,

6 dadurch gekennzeichnet,

7 dass beim Einströmen von unbelastetem Wasser aus einem unteren
8 Rohrteil (12) des Führungsrohrs (2) in eine Separationskammer (24) des
9 Separators (20) ein mit Partikeln (22) belastetes Wasser aus der Separati-
10 onskammer (24) über eine zweite Strömungsverbindung (38) in den Druck-
11 behälter (6) gelangt.

Beschreibung

Führungsrohr für eine in einen Druckbehälter hineinreichende Instrumentierungslanze und Verfahren zur Verhinderung der Ansammlung von Partikeln in einem solchen Führungsrohr außerhalb des Druckbehälters

Die Erfindung betrifft ein Führungsrohr, das in einen Druckbehälter, insbesondere in einen Druckbehälter einer Kernkraftanlage, hineinreicht und in dem eine sogenannte Instrumentierungslanze geführt ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren, mit dem eine Ansammlung von insbesondere radioaktiv belasteten Partikeln im Führungsrohr außerhalb des Druckbehälters vermieden ist.

Das Führungsrohr ist oftmals durch den Boden des Druckbehälters in diesen hineingeführt, so dass es ein im Druckbehälter angeordnetes oberes Rohrteil und ein aus dem Druckbehälter herausragendes unteres Rohrteil umfasst. Das untere Rohrteil ist endseitig mit einem Abschlussflansch abgeschlossen. Das Führungsrohr steht mit dem Innenraum des Druckbehälters in Strömungsverbindung und ist wie der Druckbehälter auch mit Wasser gefüllt. Der Druckbehälter ist insbesondere ein Reaktordruckbehälter oder auch ein Dampferzeuger einer Kernkraftanlage, in dem sich radioaktiv belastetes Wasser oder Dampf befindet. Die Instrumentierungslanze weist üblicherweise eine Messinstrumentierung für die Messung des Drucks, der Temperatur, des Neutronenflusses, des Füllstandes usw. im Druckbehälter auf.

Aufgrund von Temperaturschwankungen wird das Wasser bei Erwärmung aus dem Führungsrohr in den Innenraum des Druckbehälters gedrückt. Umgekehrt wird bei einer Temperaturerniedrigung Wasser aus dem Druckbehälter in das Führungsrohr eingesaugt. Die Temperaturänderungen sind beispielsweise durch unterschiedliche Betriebszustände des Reaktordruckbehälters hervorgerufen. Insbesondere beim Anfahren und Abfahren der Kernkraftanlage entstehen große Temperaturunterschiede, bei denen beispielsweise das im Reaktordruckbehälter befindliche Wasser von 20° auf 300°C erwärmt wird.

1
2 Beim Eindringen von Wasser in das Führungsrohr aus dem Druckbehälter werden
3 unter anderem auch radioaktiv belastete Schmutzpartikel in das Führungsrohr
4 eingebracht. Diese setzen sich am unteren mit dem Abschlussflansch verschlos-
5 senen Ende des Führungsrohres ab. Sie bilden dort eine stark radioaktiv strahlen-
6 de Quelle außerhalb des Druckbehälters und stellen eine nicht unerhebliche Ge-
7 fahrenquelle für das Betriebspersonal bei einer Revision dar.

8
9 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Ansammeln von Partikeln im
10 Führungsrohr außerhalb des Druckbehälters zu vermeiden.

11
12 Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein Führungsrohr für eine in
13 einen Druckbehälter hineinreichende Instrumentierungslanze, das ein unteres
14 Rohrteil und ein für die Anordnung im Innenraum des Druckbehälters vorgesehe-
15 nes oberes Rohrteil umfasst, wobei im oberen Rohrteil ein Separator für Partikel
16 angeordnet ist.

17
18 Dieser Ausgestaltung liegt die Idee zugrunde, bei einer Temperaturschwankung
19 zwar Wasser aus dem insbesondere als Reaktordruckbehälter ausgebildeten
20 Druckbehälter in das Führungsrohr eintreten zu lassen, jedoch im Führungsrohr
21 das Wasser von den insbesondere radioaktiv belasteten Partikeln abzutrennen
22 und die Partikel im oberen Rohrteil zurückzuhalten. Der Separator dient also zur
23 Trennung des Wassers von den belasteten Partikeln, die sich im Separator an-
24 sammeln. Da sich das obere Rohrteil im Inneren des Druckbehälters befindet, bil-
25 den sie keine außerhalb des Druckbehälters wirkende Strahlenquelle. Eine Bela-
26 stung des Betriebspersonals bei einer Revision ist dadurch sicher vermieden.

27
28 Vorteilhafterweise umfasst der Separator eine Separationskammer mit einem
29 Kammerboden, die eine erste Strömungsverbindung zum unteren Rohrteil auf-
30 weist. Diese erste Strömungsverbindung weist dabei eine Austrittsöffnung auf, die
31 in der Separationskammer und vom Kammerboden beabstandet angeordnet ist.

1 Der Kammerboden wirkt hierbei in vorteilhafter Weise als ein Absetzboden, auf
2 den die in das Führungsrohr eingebrachten Partikel absedimentieren. Die ober-
3 halb des Kammerbodens angeordnete Austrittsöffnung der Strömungsverbindung
4 ermöglicht ein Übertreten von Wasser aus dem oberen Rohrteil in das untere
5 Rohrteil, ohne dass die auf dem Kammerboden absedimentierten Partikel mitge-
6 tragen werden. Die Anordnung des Kammerbodens mit der Strömungsverbindung
7 ermöglicht also einerseits das Absetzen der Partikel im oberen Rohrteil und
8 gleichzeitig einen problemlosen Austausch von unbelastetem Wasser zwischen
9 dem oberen und dem unteren Rohrteil.

10
11 Zweckdienlicherweise ist die Separationskammer als eine abgeschlossene Kam-
12 mer ausgebildet und weist hierzu einen Kammerdeckel auf, wobei zusätzlich eine
13 zweite Strömungsverbindung zwischen der Separationskammer und dem Innen-
14 raum des Druckbehälters vorgesehen ist. Durch die Anordnung des Kammerdek-
15 kels und der damit verbundenen Abgrenzung der Separationskammer ist vermie-
16 den, dass Partikel in die Austrittsöffnung der ersten Strömungsverbindung eintre-
17 ten.

18
19 Alternativ hierzu besteht die Möglichkeit, die Separationskammer nach oben offen
20 auszubilden und ein Eintreten von Partikel in die Austrittsöffnung der ersten Strö-
21 mungsverbindung durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Eine derartige ge-
22 eignete Maßnahme besteht vorteilhafterweise darin, die erste Strömungsverbin-
23 dung in der Separationskammer nach Art eines auf dem Kopf stehenden Siphons
24 auszuführen. Zudem ist der Siphon bevorzugt derart dimensioniert, dass eventuell
25 dennoch in die Austrittsöffnung gelangende Partikel den weiter oben gelegenen
26 Siphonbogen nicht überwinden und somit nicht in das untere Rohrteil gelangen
27 können.

28
29 In einer bevorzugten Weiterbildung ist eine Eintrittsöffnung für aus dem Druckbe-
30 hälter in die Separationskammer eintretendes Wasser im unteren Teilbereich der
31 Separationskammer und insbesondere in Nähe des Kammerbodens angeordnet.
32 Das belastete Wasser strömt also in der Nähe des Kammerbodens in die Separa-

1 tionskammer ein, so dass ein Eintreten von Partikel in die Austrittsöffnung der er-
2 sten Strömungsverbindung und damit ein Eintreten in das untere Rohrteil vermie-
3 den ist. Vorzugsweise ist hierzu weiterhin vorgesehen, die Separationskammer in
4 zwei strömungstechnisch miteinander verbundene Teilkammern zu unterteilen,
5 wobei die Austritts- und die Eintrittsöffnung in verschiedenen Teilkammern ange-
6 ordnet sind.

7
8 Die Anordnung der Eintrittsöffnung in der Nähe des Kammerbodens hat darüber
9 hinaus noch einen weiteren Vorteil für den umgekehrten Strömungsfall, wenn also
10 Wasser aus dem Führungsrohr in den Reaktordruckbehälter gedrückt wird. Denn
11 in diesem Fall gelangen Partikel über die Eintrittsöffnung, die nunmehr als eine
12 Öffnung für austretendes Wasser aus der Separationskammer wirksam ist, wieder
13 aus der Separationskammer in den Druckbehälter zurück. Damit wird eine auto-
14 matische Selbstreinigung der Separationskammer erzielt.

15
16 In einer besonders zweckmäßigen und einfachen Ausführungsform sind die bei-
17 den Strömungsverbindungen als einfache und insbesondere geradlinige Rohre
18 ausgebildet, wobei die Eintrittsöffnung der zweiten Strömungsverbindung unter-
19 halb der Austrittsöffnung der ersten Strömungsverbindung angeordnet ist.

20
21 Um zu gewährleisten, dass das in die Separationskammer eindringende Wasser
22 ausschließlich über die beiden Strömungsverbindungen ein- bzw. austritt, sind der
Kammerboden und der Kammerdeckel zur Rohrrinnenwand des oberen Rohrteils
24 jeweils abgedichtet. Damit wird zugleich in vorteilhafter Weise ein Teil der Rohrin-
25 nenwand als Begrenzung für die Separationskammer herangezogen. Zur Ausbil-
26 dung der Separationskammer ist daher nur die Anordnung eines Kammerbodens
27 und eines Kammerdeckels im oberen Rohrteil erforderlich. Alternativ hierzu ist
28 lediglich entweder der Kammerdeckel oder der Kammerboden zur Rohrrinnenwand
29 des oberen Rohrteils abgedichtet und die Separationskammer weist eigene, von
30 der Rohrrinnenwand beabstandete Seitenwände auf. Hierdurch besteht die Mög-
31 lichkeit, die Separationskammer nach Art eines Einsetzteils beispielsweise von

1 oben in das Führungsrohr einzuschieben und mit dem Kammerdeckel bzw. dem
2 Kammerboden auf einem Vorsprung an der Rohrrinnenwand dichtend abzusetzen.

3
4 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der Separator im Inneren der Instru-
5 mentierungslanze angeordnet. Der Separator ist also in einem Hohlraum der In-
6 strumentierungslanze angeordnet. Aufgrund des oftmals verengten Bauraums
7 zwischen der Instrumentierungslanze und der Rohrrinnenwand des Führungsrohrs
8 ist bei dieser Ausgestaltung eine besonders einfache Montage ermöglicht. Um zu
9 verhindern, dass belastete Partikel in das untere Rohrteil gelangen, stellt der Se-
10 parator die einzige Strömungsverbindung zwischen dem oberen Rohrteil und dem
11 unteren Rohrteil dar. Hierzu ist die Instrumentierungslanze vorzugsweise von ei-
12 nem Dichtring umgeben, der zwischen Instrumentierungslanze und Rohrrinnen-
13 wand des Führungsrohrs angeordnet ist.

14
15 Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur
16 Verhinderung der Ansammlung von Partikeln außerhalb eines Druckbehälters in
17 einem Führungsrohr für eine Instrumentierungslanze, das in den Druckbehälter
18 hineinreicht, wobei die Partikel in einem innerhalb des Druckbehälters angeord-
19 neten oberen Rohrteil des Führungsrohrs durch einen Separator zurückgehalten
20 werden.

21
22 Die im Hinblick auf das Führungsrohr angeführten Vorteile und bevorzugten Aus-
23 gestaltungen sind sinngemäß auch auf das Verfahren anzuwenden. Weitere be-
24 vorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

25
26 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Figuren
27 näher erläutert. Es zeigen jeweils in schematischen Darstellungen:

28
29 Fig. 1 die Anordnung eines Führungsrohrs mit eingebautem Separator in einem
30 unteren Bereich eines Reaktordruckbehälters,

31 Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 1 gezeigten Separators,

Fig. 3 eine alternative Ausgestaltung des Separators mit einer offenen Separationskammer und einer siphonartig ausgebildeten ersten Strömungsverbindung,

Fig. 4 eine weitere Ausgestaltung eines Separators mit einer durch eine Trennwand in zwei Teilkammern unterteilten Separationskammer,

Fig. 5 einen Separator mit einer Separationskammer, die eigene, von der Rohrinnenwand des Führungsrohrs beabstandete Seitenwände aufweist mit einer in einer der Seitenwand angeordneten Austrittsöffnung zum unteren Rohrteil,

Fig. 6 ein nach Art des in Figur 5 dargestellten Separators, wobei die Strömungsverbindung zum unteren Rohrteil durch ein Rohr gebildet ist, und

Fig. 7 die Anordnung eines Separators in einer Instrumentierungslanze, die durch das Führungsrohr geführt ist.

In den Figuren sind gleich wirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Gemäß Fig. 1 ist ein Führungsrohr 2 von unten durch den Boden 4 eines Reaktordruckbehälters 6 in dessen Innenraum 8 geführt. Das Führungsrohr 2 umfasst ein sich in den Innenraum 8 erstreckendes oberes Rohrteil 10 sowie ein außerhalb des Reaktordruckbehälters 6 angeordnetes unteres Rohrteil 12. Das Führungsrohr 2 ist endseitig am unteren Rohrteil 12 mit einem Abschlussflansch 14 verschlossen. Durch das Führungsrohr 2 ist eine Instrumentierungslanze 16 geführt, die bis in einen im Reaktordruckbehälter 6 angeordneten Reaktorkern 18 reicht.

Beim Betrieb ist der Reaktordruckbehälter 6 sowie das Führungsrohr 2 mit Wasser gefüllt. Aufgrund Temperaturschwankungen findet ein Wasseraustausch zwischen dem Führungsrohr 2 und dem Reaktordruckbehälter 6 statt. Typischerweise weist sowohl das obere Rohrteil 10 als auch das untere Rohrteil 12 eine Länge von etwa 5 Metern auf. Insgesamt befinden sich im Führungsrohr 2 etwa 10 Liter Wasser und der Wasseraustausch aufgrund von Temperaturänderungen beträgt

1 maximal 15-20% dieser Wassermenge. Bei einer Abkühlung des Wassers im Füh-
2 rungsrohr 2 und der damit verbundenen Volumenreduzierung wird Wasser aus
3 dem Reaktordruckbehälter 6 in das Führungsrohr 2 eingesaugt. Umgekehrt wird
4 bei einer Temperaturerhöhung des Wassers im Führungsrohr 2 Wasser aus dem
5 Führungsrohr 2 in den Reaktordruckbehälter 6 gedrückt.

6
7 Im oberen Rohrteil 10 ist ein Separator 20 angeordnet, in dem radioaktiv belastete
8 Partikel 22 zurückgehalten sind. Der Separator 20 verhindert, dass die belasteten
9 Partikel 22 aus dem Innenraum 8 in das untere Rohrteil 10 gelangen. Somit ist
10 vermieden, dass sich die Partikel 22 am Abschlussflansch 14 ansammeln und
11 dort eine außerhalb des Reaktordruckbehälters 6 gelegene Strahlungsquelle bil-
12 den. Der Ausbildung des Separators 20 liegt dabei die Idee zugrunde, den Eintritt
13 von mit Partikeln 22 belasteten Wasser in das Führungsrohr 2 zu erlauben, da
14 eine Abdichtung des Führungsrohrs 2 beispielsweise mittels einer Schmutzkappe
15 das Eindringen von Partikeln 22 nicht zuverlässig verhindert. Im Separator 20 fin-
16 det eine Trennung zwischen den Partikeln 22 und dem Wasser statt, wobei das
17 von den Partikeln 22 abseparierte Wasser in das untere Rohrteil 12 als unbelas-
18 tetes Wasser gelangt. Hierzu steht das untere Rohrteil 12 mit dem Separator 20
19 in strömungstechnischer Verbindung, über die ein einfacher Druckausgleich er-
20 möglicht ist.

21
22 Die besonders einfache aber äußerst effektive Ausgestaltung des Separators 20
23 ist vergrößert in Fig. 2 dargestellt. Danach umfasst der Separator 20 eine Separa-
24 tionskammer 24, die nach oben von einem Kammerdeckel 26 und nach unten von
25 einem Kammerboden 28 abgeschlossen ist. Die seitlich Begrenzung ist von der
26 Rohrrinnenwand 30 des Führungsrohrs 2 gebildet. Der Kammerdeckel 26 sowie
27 der Kammerboden 28 sind zur Rohrrinnenwand 30 jeweils über eine Dichtung 32
28 abgedichtet. Diese ist insbesondere als in einer Nut des Kammerdeckels 26 bzw.
29 des Kammerbodens 28 verlaufende Ringdichtung ausgebildet.

30
31 Die Instrumentierungslanze 16 ist zentral im Führungsrohr 2 geführt und durch-
32 stößt sowohl den Kammerdeckel 26 als auch den Kammerboden 28.

1
2 Der Separator 20 umfasst zudem eine als geradliniges Rohr ausgebildete erste
3 Strömungsverbindung 34, die einen Austausch des Wassers zwischen der Sepa-
4 rationskammer 24 und dem unteren Rohrteil 12 ermöglicht. Die erste Strömungs-
5 verbindung 34 weist endseitig in der Separationskammer 24 eine Austrittsöffnung
6 36 auf. Daneben ist weiterhin eine zweite Strömungsverbindung 38 angeordnet,
7 die ebenfalls als geradliniges Rohr ausgebildet ist und die Separationskammer 24
8 mit dem Innenraum 8 des Reaktordruckbehälters 6 verbindet. Die zweite Strö-
9 mungsverbindung 38 hat eine in der Separationskammer 20 angeordnete Ein-
10 trittsöffnung 40.

11
12 Die beiden als Rohre ausgebildeten Strömungsverbindungen 34,38 durchstoßen
13 jeweils den Kammerdeckel 26 bzw. den Kammerboden 28. Die beiden Strö-
14 mungsverbindungen 34,38 sind dabei derart angeordnet, dass die Eintrittsöff-
15 nung 40 unterhalb der Austrittsöffnung 36 angeordnet sind. Damit wird sicher ge-
16 währleistet, dass über die zweite Strömungsverbindung 38 in die Separations-
17 kammer 24 eingebrachtes mit Partikeln 22 belastetes Wasser nicht über die erste
18 Strömungsverbindung 34 in das untere Rohrteil 12 gelangt. Durch diese Anord-
19 nung wird zudem gewährleistet, dass belastetes Wasser im Bereich des Kammer-
20 bodens 28 aus der Eintrittsöffnung 40 in die Separationskammer 24 eintritt. Die
21 mitgeführten Partikel 22 setzen sich am Kammerboden 28 ab. Im oberen Bereich
22 der Separationskammer 24 ist das Wasser frei von Verunreinigungen. In diesem
23 oberen Bereich ist die Austrittsöffnung 36 angeordnet. Über diese tritt demnach
24 nur unbelastetes Wasser aus.

25
26 Kehren sich die temperaturbedingten Strömungsverhältnisse um, so wird Wasser
27 aus dem unteren Rohrteil 12 in die Separationskammer 24 und aus dieser in den
28 Reaktordruckbehälter 6 gedrückt. In diesem Fall strömt also über die Austrittsöff-
29 nung 36 Wasser in die Separationskammer 24 ein und über die Eintrittsöffnung 40
30 in den Reaktordruckbehälter 6 aus. Durch die Anordnung der Eintrittsöffnung 40
31 im unteren Bereich der Separationskammer 24 wird automatisch belastetes Was-

1 ser in den Innenraum 8 zurückgedrückt. Dadurch ist das allmähliche Zusetzen der
2 Separationskammer 24 mit Partikeln 22 vermieden.

3
4 In den Fig. 3 und 4 sind alternative Ausgestaltungen des Separators 20 darge-
5 stellt, wobei lediglich die strömungstechnisch relevanten Elemente dargestellt sind
6 und auf eine Darstellung beispielsweise der Instrumentierungslanze 16 verzichtet
7 ist.

8
9 Nach Fig. 3 ist die Separationskammer 24 als eine nach oben offene Absetzkam-
10 mer ausgebildet, die lediglich den Kammerboden 28 aufweist. Demzufolge entfällt
11 die Notwendigkeit einer zweiten Strömungsverbindung 38. Die erste Strömungs-
12 verbindung 34 weist im Inneren der Separationskammer 24 einen auf dem Kopf
13 stehenden Siphon 42 auf. Dessen Siphonbogen 44 ist also oberhalb der Aus-
14 trittsöffnung 36 angeordnet. Durch diese Ausbildung wird vermieden, dass sich
15 absetzende Partikel 22 von oben in die Austrittsöffnung 36 hineinfallen und somit
16 in das untere Rohrteil 12 gelangen. Um einen Eintritt von Partikel 22 in die Aus-
17 trittsöffnung 36 zu verhindern, ist diese vom Kammerboden 28 zudem beabstan-
18 det ist. Weiterhin ist vorzugsweise die Länge L des Rohrstücks 45 zwischen der
19 Austrittsöffnung 36 und dem Beginn des Siphonbogens 44 geeignet bemessen.
20 Und zwar derart, dass die maximal zu erwartende Menge des temperaturbeding-
21 ten Wasseraustausches zwischen dem Reaktordruckbehälter 6 und dem Füh-
22 rungsrohr 2 dem vom Rohrstück 45 eingeschlossenen Volumen zu einem großen
23 Teil oder vollständig entspricht. Damit ist ausgeschlossen, dass selbst dann, wenn
24 belastetes Wasser in die Austrittsöffnung 36 eintritt, die Partikel 22 über den Si-
25 phonbogen 44 hinweg gelangen.

26
27 Gemäß der in Fig. 4 dargestellten weiteren Alternative ist die Separationskam-
28 mer 24 in zwei Teilkammern 24A und 24B durch eine Trennwand 46 getrennt. Die
29 Trennwand reicht vom Kammerdeckel 26, der mit einer als zweite Strömungsver-
30 bindung 38 ausgebildeten Bohrung versehenen ist, bis in den unteren Bereich der
31 Separationskammer 24. Die erste Strömungsverbindung 34 ist wiederum als ein
32 geradliniges Rohr ausgebildet, das in die zweite Teilkammer 24B reicht. Ihre Aus-

1 trittsöffnung 36 ist im oberen Bereich in der Nähe des Kammerdeckels 26 ange-
2 ordnet. Die Separationskammer 24 wirkt wiederum als Absetzkammer, wobei sich
3 die Partikel 22 am Kammerboden 28 absetzen. Ein unmittelbares Eintreten von
4 Partikel 22 über die Bohrung in die Austrittsöffnung 36 ist durch die Trennwand 46
5 sicher vermieden.

6
7 Gemäß den Ausführungsbeispielen nach Fig. 5 und 6 weist die Separationskam-
8 mer 24 eine im Querschnitt gesehen kreisringförmig ausgebildete Seitenwand 50
9 auf, die von der Rohrrinnenwand 30 beabstandet ist. Die Abdichtung zur Rohrin-
10 nenwand 30 erfolgt lediglich über den Kammerdeckel 26. Die Separationskammer
11 24 ist insbesondere als eine eigenständige Baueinheit ausgebildet.



12 Zur Verbindung zum unteren Rohrteil 12 ist in die Seitenwand 50 in der Nähe des
13 Kammerdeckels 26 eine Bohrung als Austrittsöffnung 36 eingearbeitet. Über diese
14 Bohrung kann das Wasser aus der Separationskammer 24 in den Zwischenraum
15 zwischen der Seitenwand 50 und der Rohrrinnenwand 30 eintreten. Die zweite
16 Strömungsverbindung 38 zum oberen Rohrteil 10 ist durch ein geradliniges Rohr
17 gebildet, dessen Eintrittsöffnung 40 im Bereich des Kammerbodens 28 angeord-
18 net ist.

19
20
21 Im Unterschied zu der in Fig. 5 dargestellten Separationskammer 24 weist die in
22 Fig. 6 dargestellte Separationskammer 24 eine als Rohr ausgebildete erste Strö-
23 mungsverbindung 34 zum unteren Rohrteil 12 auf. In der Seitenwand 50 ist keine
24 Bohrung vorgesehen. Diese Ausgestaltung entspricht der in Fig. 2 dargestellten
25 Ausgestaltung mit der Maßgabe, dass die Separationskammer gemäß Fig. 6 eine
26 Seitenwand 50 aufweist und insbesondere als eigenständige Baueinheit ausgebil-
27 det ist. Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 6 ist ein Strömungsraum zwischen der
28 Seitenwand 50 und der Rohrrinnenwand 30 aufgrund der durch das Rohr gebilde-
29 ten ersten Strömungsverbindung 34 nicht erforderlich.



30
31 Eine besonderes vorteilhafte Ausgestaltung ist in Fig. 7 dargestellt, wonach der
32 Separator 20 in das Innere der Instrumentierungslanze 16 integriert ist. Die In-

1 instrumentierungslanze 16 ist üblicherweise als zylindrischer Hohlkörper ausgebil-
2 det. Der Kammerdeckel 26 sowie der Kammerboden 28 sind unmittelbar mit der
3 Innenwand 52 der rohrförmig ausgebildeten Instrumentierungslanze 16 verbunden
4 und insbesondere verschweißt. Die zweite Strömungsverbindung ist wiederum als
5 geradliniges Rohr ausgebildet und verbindet die Separationskammer 24 mit einem
6 oberen Hohlraum 54 der Instrumentierungslanze. Über diesen oberen Hohlraum
7 54 steht die Separationskammer 24 mit dem Innenraum 8 des Reaktordruckbe-
8 hälters 6 in Strömungsverbindung. Beispielsweise ist hierzu in die Instrumentie-
9 rungslanze 16 eine Strömungsöffnung zum Reaktordruckbehälter 6 eingearbeitet,
10 oder die Instrumentierungslanze weist an ihrem oberen Ende eine Strömungsöff-
11 nung auf (jeweils nicht dargestellt).

12
13 Um zu verhindern, dass belastete Partikel durch den Zwischenraum zwischen der
14 Rohrrinnenwand 30 des Führungsrohrs 2 und der Instrumentierungslanze 16 in
15 das untere Rohrteil 12 gelangen, ist die Instrumentierungslanze 16 mit einem
16 Dichtring 56 zur Rohrrinnenwand 30 abgedichtet. Die einzige Strömungsverbin-
17 dung zwischen dem unteren Rohrteil 12 und dem Reaktordruckbehälter 6 ist die
18 Separationskammer 24. Dabei weist diese eine Bohrung in der Rohrwand der In-
19 strumentierungslanze auf, die als Austrittsöffnung 36 wirkt und eine Strömungs-
20 verbindung zum unteren Rohrteil 12 ermöglicht. Unterhalb der Separationskam-
21 mer 24 ist in der Rohrwand der Instrumentierungslanze 16 eine weitere Bohrung
22 58 eingearbeitet, so dass ein unterer Hohlraum 60 der Instrumentierungslanze 16
23 in Strömungsverbindung mit dem unteren Rohrteil 12 steht.

24
25 Die in Fig. 7 dargestellte Variante mit dem in der Instrumentierungslanze 16 inte-
26 grierten Separator 20 ist montage technisch besonders einfach zu verwirklichen.
27 Denn in der Regel ist der zwischen der Instrumentierungslanze 16 und der Rohr-
28 innenwand 30 gebildete Einbauraum beengt, so dass die Anordnung von Rohren
29 im Zwischenraum zwischen Rohrrinnenwand 30 und Instrumentierungslanze 16
30 aufgrund der in der Regel engen Platzverhältnisse Aufwand erfordert.

Zusammenfassung

Das Führungsrohr (2) für eine insbesondere in einen Reaktordruckbehälter (6) geführte Instrumentierungslanze (16) umfasst ein unteres Rohrteil (12) und ein oberes Rohrteil (10), welches in den Innenraum (8) des Reaktordruckbehälters (6) hineinreicht. Um zu verhindern, dass radioaktiv belastete Partikel (22) in das außerhalb des Reaktordruckbehälters (6) befindliche untere Rohrteil (12) gelangen und dort eine Strahlungsquelle bilden, ist im oberen Rohrteil (10) ein Separator (20) angeordnet. Der Separator (20) weist eine Separationskammer (24) auf, in der sich die Partikel (22) absetzen und vom Wasser getrennt werden.

Fig. 1

Bezugszeichenliste

2	Führungsrohr	54	oberer Hohlraum
4	Boden	56	Dichtring
6	Reaktordruckbehälter	58	Bohrung
8	Innenraum	60	Hohlraum
10	oberes Rohrteil		
12	unteres Rohrteil	L	Länge des Rohrstücks
14	Abschlussflansch		
16	Instrumentierungslanze		
18	Reaktorkern		
20	Separator		
22	Partikel		
24	Separationskammer		
24A,24B	Teilkammer		
26	Kammerdeckel		
28	Kammerboden		
30	Rohrinnenwand		
32	Dichtung		
34	erste Strömungsverbin- dung		
36	Austrittsöffnung		
38	zweite Strömungsverbin- dung		
40	Eintrittsöffnung		
42	Siphon		
44	Siphonbogen		
45	Rohrstück		
46	Trennwand		
50	Seitenwand		
52	Innenwand		

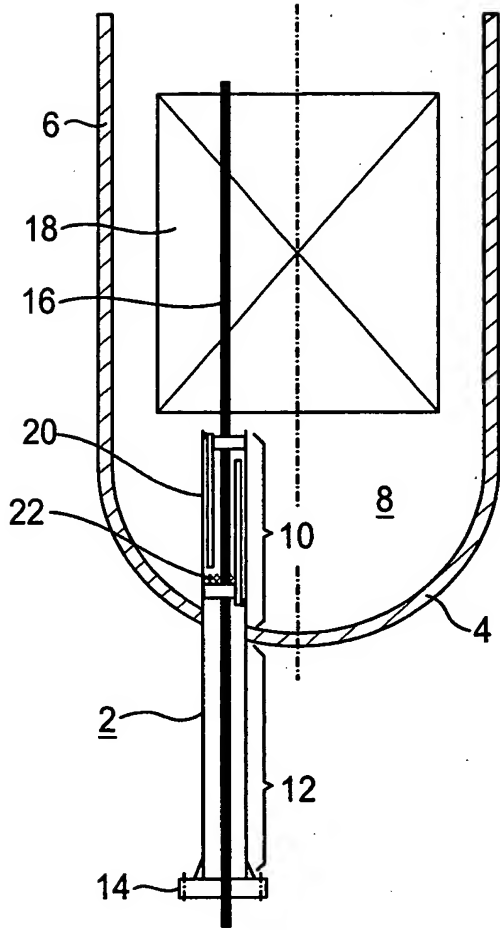


Fig. 1

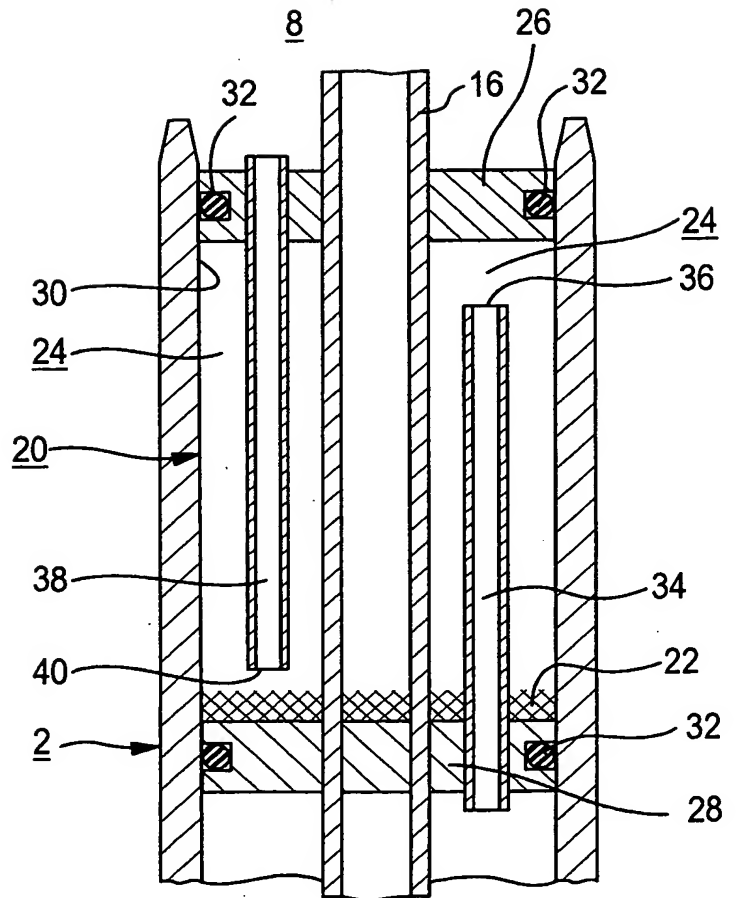


Fig.2

2/4

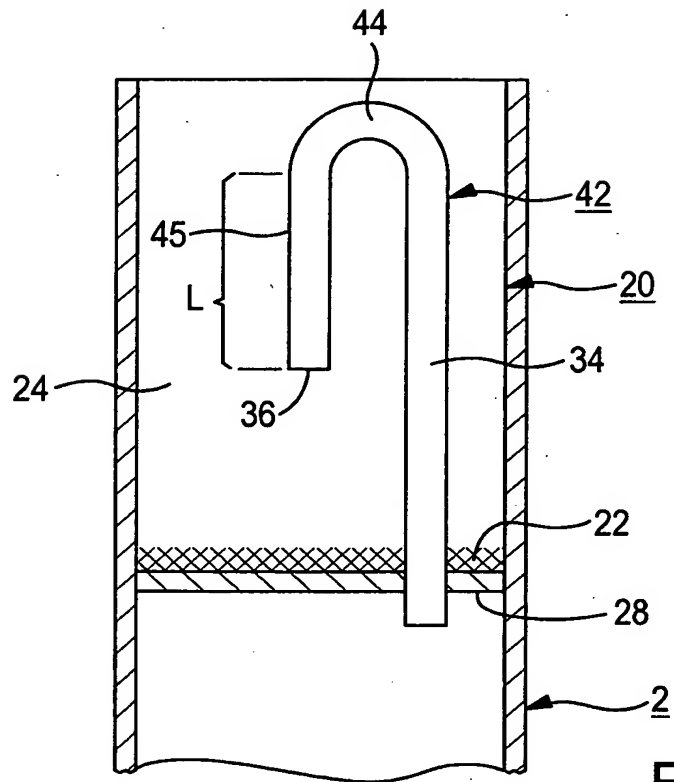


Fig. 3

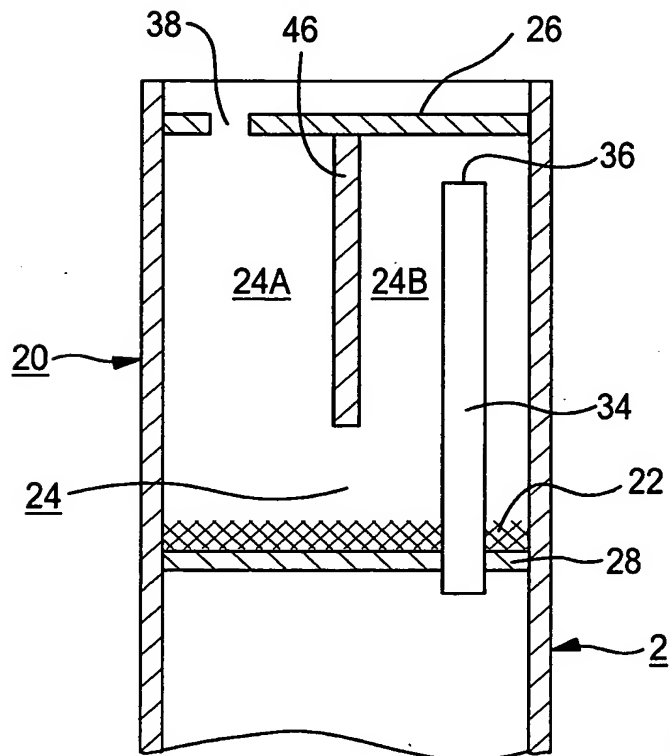
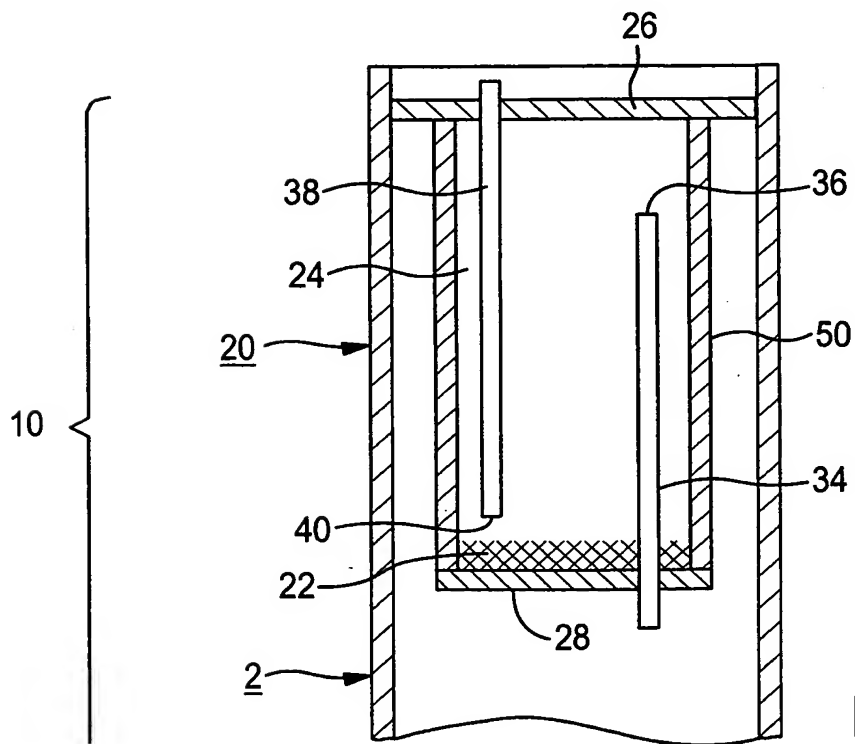
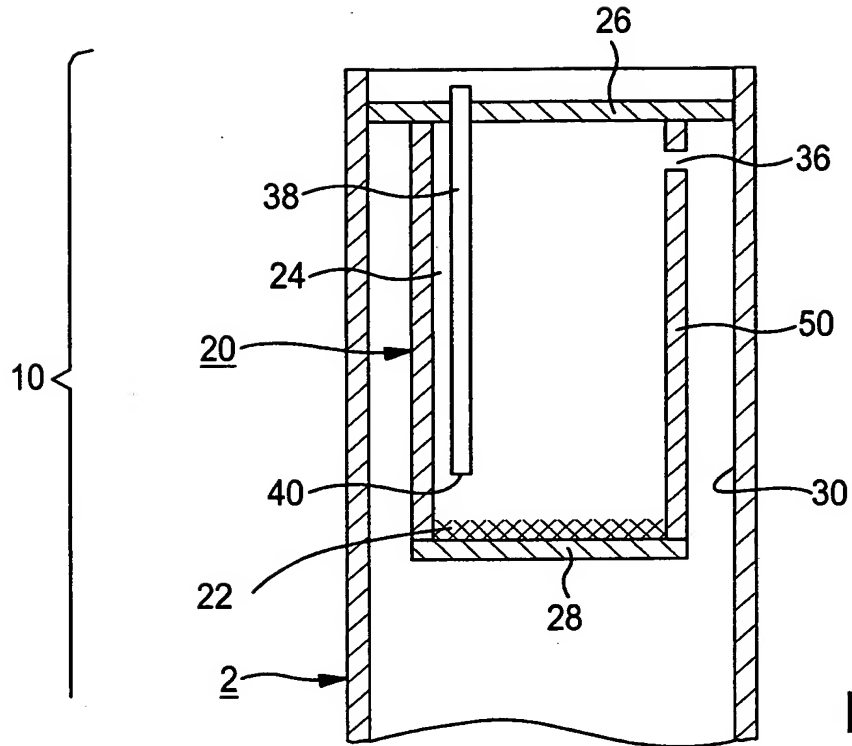


Fig. 4

3/4



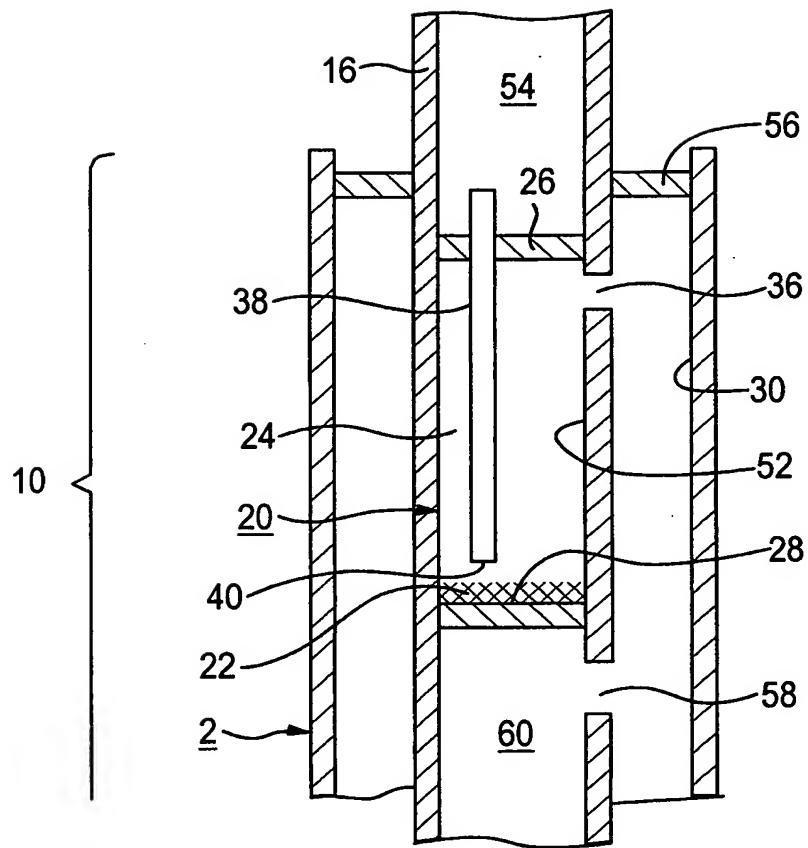


Fig. 7